

# 業界最先端のハイパフォーマンス数値演算ライブラリー インテル® マス・カーネル・ ライブラリー 11.1



## 製品紹介

### 主な機能

- ベクトル化とスレッド化により、すべてのインテル® プロセッサと互換プロセッサで最高のパフォーマンスを実現
- あらゆる C/C++ コンパイラおよび Fortran コンパイラと互換
- 開発したアプリケーションは再配布可能なため、長期間にわたってコストを節約可能

以下のスイートにも含まれています。

- インテル® Parallel Studio XE
- インテル® C++ Studio XE
- インテル® Fortran Studio XE
- インテル® Cluster Studio XE
- インテル® Composer XE
- インテル® C++ Composer XE
- インテル® Fortran Composer XE

サポートされるオペレーティング・システム:

- Windows\*
- Linux\*
- OS X\*

「インテル® MKL は x86 プラットフォームでハイパフォーマンスを得るには不可欠です。」

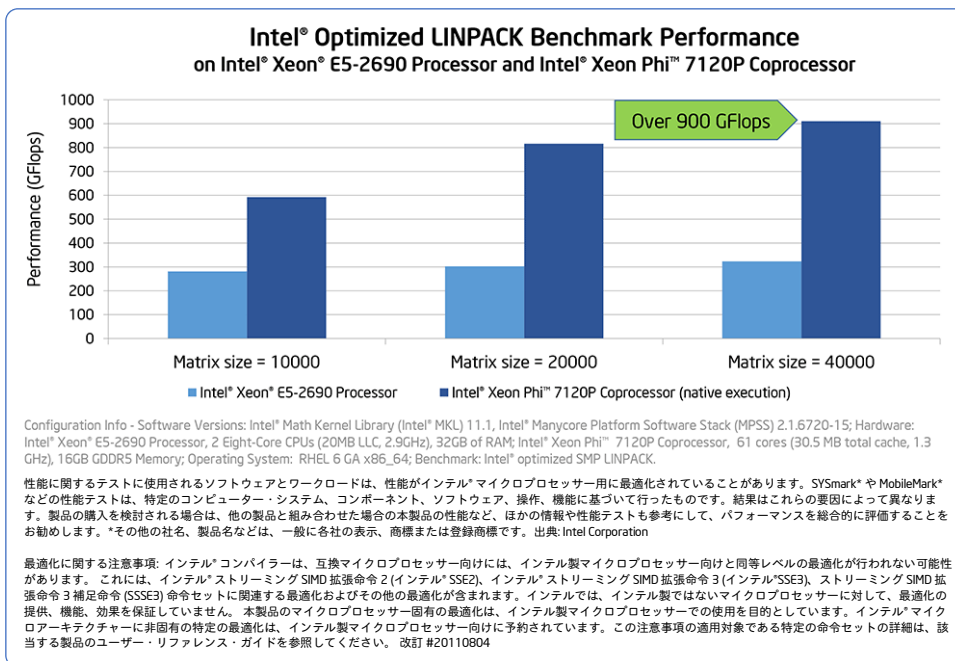
テネシー大学ノックスビル校  
Innovative Computing Lab  
Jack Dongarra 教授

### 簡単に使用できてパフォーマンスを向上

インテル® マス・カーネル・ライブラリー (インテル® MKL) 11.1 には、開発時間を短縮してパフォーマンスの向上を図る豊富なルーチンが含まれています。今日のプロセッサはコア数が増加し、より広いベクトルユニットが採用され、最新のアーキテクチャが搭載されています。その処理能力を活用するための最も簡単な方法は、処理能力を引き出すように設計され、十分に最適化されたライブラリーを利用することです。優れたコンパイラを使用しても、手動で最適化されたライブラリーにより実現されるパフォーマンスのレベルに到達することはできません。

インテルが提供する、簡単に使えてロイヤルティ無料の関数を利用することで、アプリケーション向けの新機能の開発により多くの時間をかけることができます。作成したコードは将来の世代のインテル® プロセッサでも最適に実行されるため、長期間にわたって開発、デバッグ、メンテナンスの時間を節約できます。

インテル® MKL には、高度にベクトル化およびスレッド化された線形代数、高速フーリエ変換 (FFT)、ベクトル・マス・ライブラリー、統計関数が含まれています。単一の C または Fortran API 呼び出しを行うと、過去、現在、そして将来のプロセッサ・アーキテクチャごとに最適なコードパスが選択され、自動的にスケーリングされます。



LINPACK パフォーマンス・データ: 業界最高レベルの LINPACK ベンチマーク・パフォーマンスにより、インテル® MKL は世界一高速なスーパーコンピューターで数値演算ライブラリーとして採用されています。

# 主な機能

**インテル® MKL**  
業界最先端のハイパフォーマンス  
算術ライブラリー

Included in Intel®  
Parallel Studio XE on  
Intel® Cluster Studio

線形代数	高速フーリエ変換 (FFT)	ベクトル演算	乱数ジェネレーター	サマリー統計	データ・フィッティング
<ul style="list-style-type: none"> <li>• BLAS</li> <li>• LAPACK</li> <li>• Sparse Solvers</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Multi-dimensional (up to 7D)</li> <li>• FFTW+ interfaces</li> <li>• Cluster FFT</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trigonometric</li> <li>• Hyperbolic</li> <li>• Exponential, Logarithmic</li> <li>• Power / Root</li> <li>• Rounding</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Congruent</li> <li>• Recursive</li> <li>• Wichman-Hill</li> <li>• Mersenne Twister</li> <li>• Sobol</li> <li>• Weidnerreiter</li> <li>• RDRAND-based</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kurtosis</li> <li>• Martingale coefficient</li> <li>• Quantiles, order statistics</li> <li>• Min/max</li> <li>• Variance-covariance</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Splines</li> <li>• Interpolation</li> <li>• Cell search</li> </ul>

最適化された算術演算  
Windows®, Linux®, OSX® に対応

包括的な数学機能 - さまざまなアプリケーションのニーズをカバー

インテル® マス・カーネル・ライブラリー (インテル® MKL) には、広範囲のアプリケーションを高速化する、スレッド化およびベクトル化された多くの複雑な数学関数が含まれています。これらの関数を独自に作成する必要はありません。

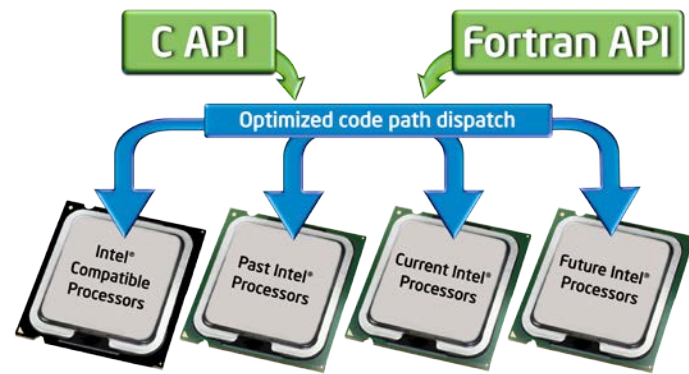
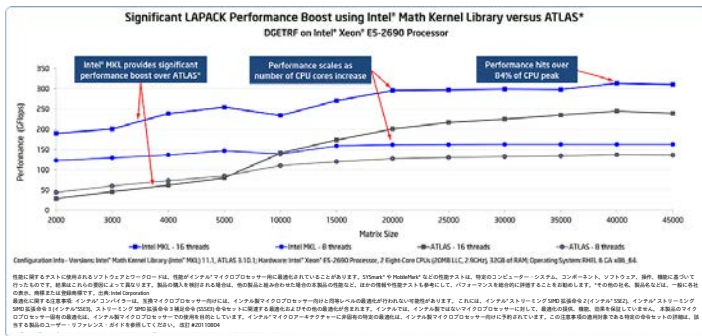
代表的な関数カテゴリとして、線形代数、高速フーリエ変換 (FFT)、ベクトル・マス・ライブラリー、統計関数があります。MPI ベースの分散メモリー計算をサポートするため、LAPACK および FFT のクラスターバージョンも含まれています。

## 標準 API - 素早くパフォーマンスを向上

インテル® MKL は、利用可能な場合はデファクト・スタンダードな標準 API を使用するため、別のライブラリーからの切り替えに必要なコード変更が最小限で済みます。このため、単純に関数を置換したり再リンクするだけで、アプリケーションのパフォーマンスを迅速かつ容易に向上させることができます。

例えば、左のベンチマークでは、インテル® MKL の LAPACK (Linear Algebra PACKage) に置換するだけで、パフォーマンスが約 5 倍以上になっています。

業界標準の BLAS および LAPACK 線形代数 API に加えて、インテル® MKL は高速フーリエ変換で MIT の FFTW C インターフェイスもサポートしています。



過去、現在、将来のプロセッサで優れたパフォーマンスとスケラビリティを簡単に、そして自動的に実現

インテル® MKL では、単一の C または Fortran API に、特定の世代のインテル® プロセッサおよび互換プロセッサ用に最適化された複数のコードパスが含まれています。アプリケーション開発者がコード分岐を行わない場合でも、インテル® MKL が最も高いパフォーマンスが得られる最適なコードパスを選択します。

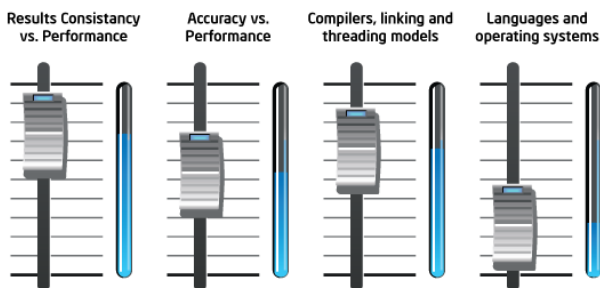
将来のプロセッサがリリースされる前でも、これらの API に新しいコードパスが追加されます。開発者は、最新バージョンのインテル® MKL にリンクするだけで、最新のプロセッサ・アーキテクチャーの能力をアプリケーションで活用することができます。

新しいインテル® Xeon Phi™ コプロセッサでは、ネイティブな最適化をフルサポートしているだけでなく、ホスト CPU とインテル® Xeon Phi™ コプロセッサ間の最適なロードバランスを自動的に判断できます。

## 開発者のさまざまな要件を満たす柔軟性

開発者は、さまざまな要件を満たす必要があります。複数の要件が競合した場合、バランスをとらなければなりません。一貫した浮動小数点演算結果が得られ、できる限り高速な演算を行いたい。精度は下がってもかまわないが、より高速なベクトル演算を行いたい。インテル® MKL は、このような必要性のトレードオフを制御します。

インテル® MKL は、さまざまなコンパイラー、言語、オペレーティング・システム、リンクモデル、スレッドモデルと互換性があります。複数の環境を 1 つのライブラリー・ソリューションでカバーするため、1 つのライブラリーを管理するだけで済みます。



# 詳細

## 線形代数

インテル® マス・カーネル・ライブラリー (インテル® MKL) の BLAS は、最適化された単精度/倍精度の実数型および複素数型のベクトル-ベクトル演算 (レベル 1)、行列-ベクトル演算 (レベル 2)、および行列-行列演算 (レベル 3) を提供します。レベル 1 BLAS ルーチンは、ベクトルの演算 (ベクトルのスカラー積、ノルム、和の計算など) を行います。レベル 2 BLAS ルーチンは、行列-ベクトル積、ランク 1 と 2 の行列の更新、三角ソルバーを提供します。レベル 3 BLAS ルーチンは、行列-行列積、ランク k の行列の更新、複数の右辺を持つ三角ソルバーを提供します。

インテル® MKL の LAPACK は、線形連立方程式を解くための高度にチューニングされた LU/コレスキー/QR 分解とドライバールーチンを提供します。さらに、固有値および特異値問題ソルバーに加えて、最新の LAPACK 3.3.1 インターフェイスと拡張も含まれています。

すでにアプリケーションで BLAS や LAPACK を使用している場合は、インテル® MKL で再リンクするだけでインテル® アーキテクチャーと互換アーキテクチャーでパフォーマンスが向上します。

## 高速フーリエ変換 (FFT)

インテル® MKL の FFT は、高度に最適化されており、他のライブラリーと比べて中規模および大規模の変換においてパフォーマンスが大幅に向上します。インテル® MKL は、単精度と倍精度の 1 次元変換から、任意の長さの複素数-複素数、実数-複素数、実数-実数の多次元変換まで、さまざまな種類の FFT をサポートしています。FFTW\* の両インターフェイスのサポートにより、FFTW ベースのアプリケーションの移植が容易になります。

## ベクトル演算

インテル® MKL は、単精度/倍精度の実数型および複素数型のハイレベルな数学演算と、関数の最適化およびベクトル化された実装を提供します。基本的なベクトル算術演算には、要素単位の加算、減算、乗算、除算、共役に加えて、floor、ceil、最も近い整数への丸めが含まれます。このほかにも、べき乗、平方根、逆数、対数、三角法、双曲線、(逆) エラー、累積正規分布、パック/アンパックなどの関数があります。拡張機能には、精度、非正規数処理、エラーモード制御が含まれており、ユーザーのニーズに合わせて動作をカスタマイズすることができます。

## 統計関数

インテル® MKL には、優れたアプリケーション・パフォーマンスを発揮する乱数ジェネレーターと確率分布が含まれています。統計関数を使用して、Mersenne Twister や Niederreiter 乱数ジェネレーターと一様分布、ガウス分布、指数分布などのさまざまな確率分布を組み合わせられます。

インテル® MKL は、インコアとアウト・オブ・コアの両方に対応した統計分析用のハイレベルなコア/ビルディング・ブロックも提供します。基礎統計の計算、依存性の予測、外れ値の検出、欠測値の置換を行えます。これらの機能を使用することで、金融工学、ライフサイエンス、工学、シミュレーション、データベース、その他の分野のアプリケーションをスピードアップすることができます。

## データ適合機能

インテル® MKL には、1 次補間用の豊富なスプライン関数のセットが含まれています。これらの関数は、データ解析 (例: ヒストグラム)、ジオメトリー・モデリング、面近似を含む、さまざまなアプリケーションで役立ちます。スプラインには、線形、平方、立方、ルックアップ、ステップワイズ法、およびユーザー定義が含まれます。

## 新機能

特徴	利点
再現性のある結果を取得	インテル® MKL で新しくサポートされた機能で、浮動小数点演算の本質的な問題である、演算の順序による結果の違いに対処します。このリリースでは、メモリーがアライメントされていない場合でも、再現性のある結果が得られるようになりました。
インテル® Core™ プロセッサ (Haswell <sup>†</sup> )、インテル® Xeon® プロセッサ (Ivy Bridge <sup>†</sup> )、Broadwell <sup>†</sup> プロセッサおよびインテル® Xeon Phi™ コプロセッサ向けの最適化	インテル® MKL は、最新およびリリース予定のプロセッサ・アーキテクチャー向けに最適化されており、最先端のパフォーマンスを実現します。例えば、Haswell <sup>†</sup> プロセッサで利用可能な FMA (Fused Multiply-Add) 命令向けの新しい最適化は、浮動小数点演算のパフォーマンスを最大 2 倍向上します。
インテル® Xeon® プロセッサとインテル® Xeon Phi™ コプロセッサ間の自動オフロードとロードバランスを制御 - Windows* でも利用可能	一部の線形代数関数において、インテル® MKL は 1 つ以上のインテル® Xeon Phi™ コプロセッサを自動で利用する最適な方法を決定します。インテル® MKL 関数を呼び出すだけで、システムで利用可能なコプロセッサが活用されます。このリリースでは、新しい関数が追加されています。また、Windows* でもサポートされるようになりました。
FEAST アルゴリズムに基づく拡張固有値ソルバールーチン	新しい疎行列固有値ソルバールーチンは、より少ないメモリー使用量でより大きな問題サイズを処理します。オープンソースの FEAST 固有値ソルバーと API 互換なので、高度に最適化されたインテル® MKL 実装に簡単に切り替えることができます。

<sup>†</sup> 開発コード名



# 購入方法:言語別のスイート

アプリケーションをビルド、検証、チューニングする複数のツールが組み合わせられた次のスイートがご利用になれます。本資料で説明している製品は青でハイライトされています。ライセンスは、シングルユーザー・ライセンス、フローティング・ライセンス、ボリューム・ライセンス、アカデミック・ライセンス、学生ライセンスが用意されています。

スイート>>	インテル® Cluster Studio XE	インテル® Parallel Studio XE	インテル® C++ Studio XE	インテル® Fortran Studio XE	インテル® Composer XE	インテル® C++ Composer XE	インテル® Fortran Composer XE
インテル® C/C++ コンパイラー	●	●	●		●	●	
インテル® Fortran コンパイラー	●	●		●	●		●
インテル® IPP	●	●	●		●	●	
インテル® MKL	●	●	●	●	●	●	●
インテル® Cilk™ Plus	●	●	●		●	●	
インテル® TBB	●	●	●		●	●	
インテル® Inspector XE	●	●	●	●			
インテル® VTune™ Amplifier XE	●	●	●	●			
インテル® Advisor XE	●	●	●	●			
スタティック解析	●	●	●	●			
インテル® MPI ライブラリー	●						
インテル® Trace Analyzer & Collector	●						
Rogue Wave IMSL* ライブラリー <sup>2</sup>							●
オペレーティング・システム <sup>1</sup>	W、L	W、L	W、L	W、L	W、L	W、L、O	W、L、O

注: <sup>1</sup> オペレーティング・システム: W = Windows\*, L = Linux\*, O = OS X\* <sup>2</sup> インテル® Visual Fortran Composer XE Windows\* 版 IMSL\* 同梱で利用可能

## 技術仕様

概要	
プロセッサのサポート	複数の世代のインテル® プロセッサと互換プロセッサで動作検証されています。例:インテル® Xeon® プロセッサ、インテル® Core™ プロセッサ・ファミリー、インテル® Atom™ プロセッサ・ファミリー。
オペレーティング・システム	複数のオペレーティング・システムでアプリケーション開発に同じ API を使用可能:Windows*, Linux*, および OS X*
開発ツールと環境	プラットフォームの標準に準拠するコンパイラー (Microsoft*, GCC*, インテルなど) を使用できます。Microsoft* Visual Studio* 2008、2010、2012 に統合できます。
プログラミング言語	C++, Fortran をサポートしています。Java*, C#, Python* およびその他の言語と互換性があります。
システム要件	ハードウェアおよびソフトウェアのシステム要件については、 <a href="http://www.intel.com/software/products/systemrequirements/">http://www.intel.com/software/products/systemrequirements/</a> を参照してください。
サポート	すべての製品アップデート、インテル® プレミアサポート、インテル® サポートフォーラムを利用可能な 1 年間のサポートが含まれます。インテル® プレミアサポートは、セキュアな Web ベースで技術者からのサポートを受けられます。
コミュニティ	インテル® MKL やその他の並列プログラミング・ツールのユーザーと意見交換することができます。 <a href="http://software.intel.com/en-us/forums/">http://software.intel.com/en-us/forums/</a>



インテル® マス・カーネル・ライブラリーの詳細:

- 以下の Web サイトをご覧ください。  
<http://intel.ly/intel-mkl>
- あるいは、左の QR コードをスキャンしてください。



30 日間の評価版:

- <http://intel.ly/sw-tools-eval> の Web サイトで、「Compilers and Libraries」をクリックしてください。

### 最適化に関する注意事項

改訂 #20110804

インテル® コンパイラーは、互換マイクロプロセッサ向けには、インテル製マイクロプロセッサ向けと同等レベルの最適化が行われない可能性があります。これには、インテル® ストリーミング SIMD 拡張命令 2 (インテル® SSE2)、インテル® ストリーミング SIMD 拡張命令 3 (インテル® SSE3)、ストリーミング SIMD 拡張命令 3 補足命令 (SSSE3) 命令セットに関連する最適化およびその他の最適化が含まれます。インテルでは、インテル製ではないマイクロプロセッサに対して、最適化の提供、機能、効果を保証していません。本製品のマイクロプロセッサ固有の最適化は、インテル製マイクロプロセッサでの使用を目的としています。インテル® マイクロアーキテクチャーに非固有の特定の最適化は、インテル製マイクロプロセッサ向けに予約されています。この注意事項の適用対象である特定の命令セットの詳細は、該当する製品のユーザー・リファレンス・ガイドを参照してください。

